三脚型トリプチセンを利用した単分子ダイオードの開発

Control of Molecular Orientation in a Single-Molecule Junction with a Tripodal Triptycene Anchoring Unit: Toward a Simple and Facile Single-Molecule Diode

東工大院理 [1]，東工大化生研 [2]　○藤井 慎太郎 [1]，石割 文崇 [2]，小本 祐貴 [1]，蘇 李欣竹 [1]，山形 悠斗 [2]，小阪 敦子 [2]，相場 諒 [1]，西野 智昭 [1]，福島 孝典 [2]，木口 学 [1]

School of Sci., Tokyo Tech.[1], Lab. for Chem. and Life Sci., Tokyo Tech.[2], °Shintaro Fujii1[1], Fumitaka Ishiwari[2], Yuki Komoto[1], Lixinzhu Su[1], Yuto Yamagata[2], Atsuko Kosaka[2], Akira Aiba[1], Tomoaki Nishino[1], Takanori Fukushima[2] and Manabu Kiguchi[1]

E-mail: fujii.s.af@m.titech.ac.jp

1974 年に Aviram と Ratner により単分子ダイオードが理論提案されて以来、単分子ダイオードに関する研究が盛んに行われてきた。近年では、ブレイクジャンクション法を用い、金属ナノギャップの間に単分子を捕捉することで、単分子の整流特性の計測が可能となった。一方、整流方向は単分子の配向方向により決定されるが、金属ナノギャップにおける単分子の配向方向と整流方向の制御は極めて困難であった。

本研究では、分子の配向方向を制御するために、三脚型トリプチセン構造を有する分子 **1** を新たに合成した（**Fig**. a）。この分子は片方の三脚末端に Au 電極と強い結合を形成する S（硫黄）アンカー基を 3 つ有し、反対側の分子末端に C_{60} アンカー基を有する。予め、分子 **1** を片方の Au(111)電極に吸着させると、三脚末端が Au 電極と強固な Au−S 結合を形成するため、分子配向が一方向に決定できる。BJ 法を用いて 10,000 回の整流特性を計測することで、分子 **1** が単分子ダイオードとして機能し、整流比 1.7 を示すことを実証した（**Figs**. b,c）。この結果は、分子 **1** の分子配向と整流特性が一方向に制御されていることを示している。また、C_{60} アンカー基は結合力が弱い Au−π結合を形成し、S アンカー基は結合力が強い Au−S 結合を形成する。その結果、分子 **1** と両電極との間で非対称な電気的カップリングが形成され、整流特性が発現することを見出した [1]。

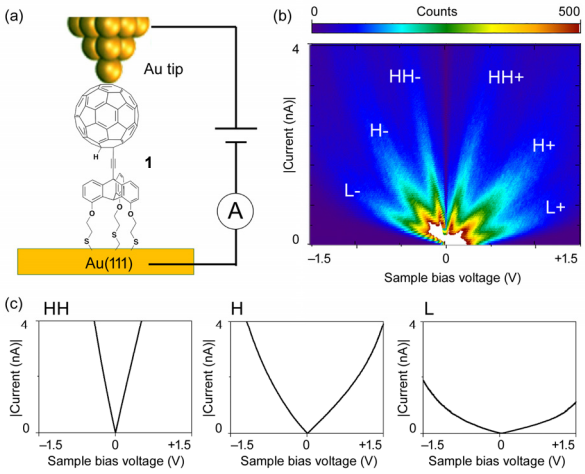

Figure (a) A schematic view of the single-molecule junction of **1** (b) 2D mapping of the *I–V* curves of the single-molecule junctions of **1**, which was constructed from 10000 of the *I–V* curves. The three main shapes of the *I–V* curves are denoted by L, H, and HH, which are attributable to the formation of different type of metal-molecule contacts. (c) Typical *I–V* curves of L, H, and HH.

[1] Shintaro Fujii, Fumitaka Ishiwari, Yuki Komoto, Lixinzhu Su, Yuto Yamagata, Atsuko Kosaka, Akira Aiba, Tomoaki Nishino, Takanori Fukushima and Manabu Kiguchi, *Jap. J. Appl. Phys*. 2019, **58**, 035003.

© 2020年 応用物理学会